



به نام خدا

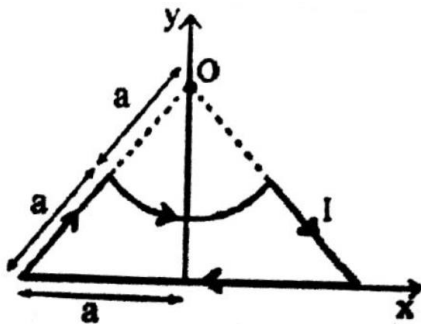
## میدان مغناطیسی ناشی از جریان و القای الکتریکی

### تکلیف سری ۷ فیزیک ۲

نیمسال دوم ۱۴۰۳

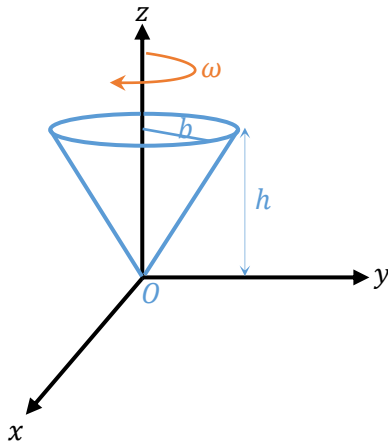
مهلت تحویل: ۲۳ خرداد

- ۱- حلقه ای با جریان  $I$  مطابق شکل زیر مفروض است. بردار میدان مغناطیسی را در نقطه  $O$  (مرکز کمان) به دست آورید. حلقه نسبت به محور  $y$  متقارن می باشد.



$$\text{Ans: } \vec{B} = \frac{\mu_0 I}{a} \left( \frac{1}{12} - \frac{1}{4\pi\sqrt{3}} \right) \hat{k}$$

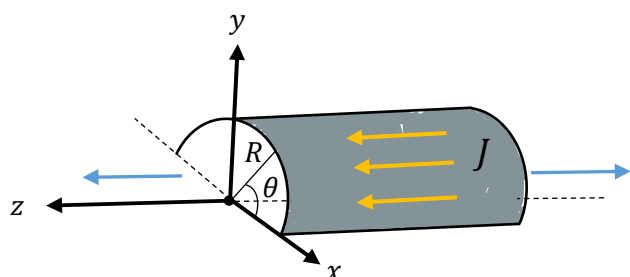
- ۲- مخروطی به ارتفاع  $\sqrt{3}b$  و شعاع قاعده  $b$  داریم که دارای چگالی بار سطحی  $\sigma = \sigma_0 z$  است ( $\sigma_0$  مقدار ثابت و  $z$  ارتفاع است). اگر این مخروط با سرعت زاویه ای  $\omega$  ساعتگرد حول محور  $z$  دوران کند، میدان مغناطیسی را در مبدا (نقطه  $O$ ) بدست آورید.



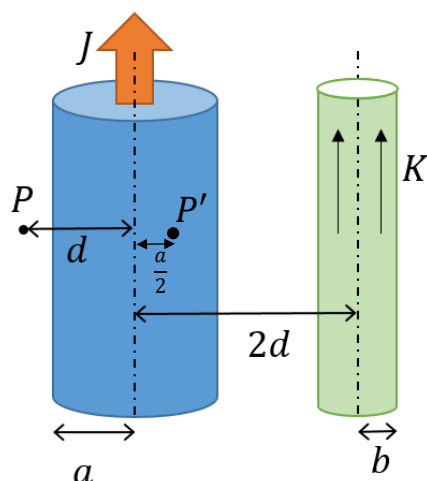
$$\text{Ans: } \vec{B}_O = \left( \sqrt{\frac{\mu_0 \omega \sigma_0 3}{16}} \times b \right)^2 (-\hat{k})$$

- ۳- مطابق شکل زیر، یک نیم استوانه از هر سمت در راستای محور  $z$  گسترده شده است. چگالی جریان گذرنده از این پوسته برابر  $\vec{J} = J_0 \theta \hat{z}$  است. ( $\theta$  زاویه بین شعاع هر سطح مقطع نیم دایروی از نیم استوانه با محور مثبت  $x$  هاست). میدان مغناطیسی برآیند را در محور مرکزی استوانه بیابید.

( راهنمایی: جهت سادگی شکل، می توانید سطح مقطع نیم استوانه را در صفحه  $xy$  رسم کنید. )



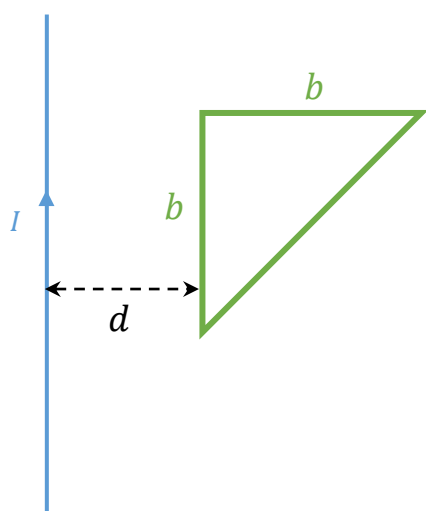
Ans:  $\vec{B} = \frac{\mu_0 J_0}{2\pi} [\pi \hat{i} + 2\hat{j}]$



۴- مطابق شکل، از یک رسانای هادی استوانه‌ای بسیار بلند به شعاع  $a$  جریانی به چگالی  $J = j_0 \frac{r^2}{a^2} \left( \frac{A}{m^2} \right)$  می‌گذرد، که  $r$  فاصله عمودی از محور همان استوانه است (آبی رنگ). یک پوسته‌ی استوانه‌ای رسانای بسیار بلند دیگر به شعاع  $b$  حامل جریانی بر روی سطح با چگالی جریان خطی یکنواخت  $K \left( \frac{A}{m} \right)$  است و محور دو استوانه در فاصله‌ی  $2d$  از یکدیگر قرار گرفته‌اند. الف) اندازه میدان مغناطیسی را نقطه‌ی  $P$  که در فاصله‌ی  $d$  از محور استوانه سمت چپ، قرار دارد به دست آورید. ب) اندازه میدان مغناطیسی را در نقطه  $P'$  نیز محاسبه کنید.

Ans:  $B_P = \frac{\mu_0 j_0 a^2}{4d} + \frac{\mu_0 K b}{3d}$        $B_{P'} = \frac{\mu_0 K b}{2d - \frac{a}{2}} - \frac{\mu_0 j_0 a}{32}$

۵- از یک سیم نامتناهی، جریان متغیری برابر با  $I = I_0 \cos \omega t$  می‌گذرد. یک حلقه مثلی به طول اضلاع قائمه  $b$  همانند شکل در مجاورت این سیم قرار گرفته است. مطلوب است:

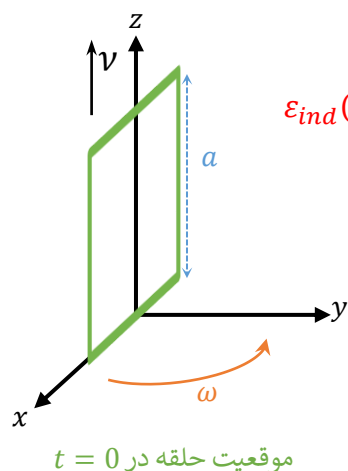


- الف) میدان مغناطیسی در فاصله  $x$  از سیم.
- ب) شار مغناطیسی گذرنده از حلقه.
- ج) ضریب القای متقابل.
- د) نیرو محرکه القایی روی حلقه.

Ans:  $\varepsilon = \frac{\mu_0}{2\pi} I_0 \omega \left[ (b + d) \ln \left( \frac{b + d}{d} \right) - b \right] \sin \omega t$

۶- مطابق شکل زیر، یک سیم مربعی شکل به طول ضلع  $a$  داریم که در ابتدا یک ضلع آن منطبق بر محور  $x$  است به گونه‌ای که مبدأ مختصات دقیقاً در وسط آن ضلع قرار دارد. این جسم با سرعت زاویه‌ای  $\omega$  حول محور  $z$  دوران می‌کند

و با سرعت خطی  $v$  در جهت مثبت محور  $Z$  حرکت می کند. میدان مغناطیسی  $\vec{B} = z\hat{i} + z\hat{j}$  برقرار است. نیروی محرکه القایی ( $\varepsilon_{ind}$ ) را به صورت تابعی بر حسب زمان بدست آورید.

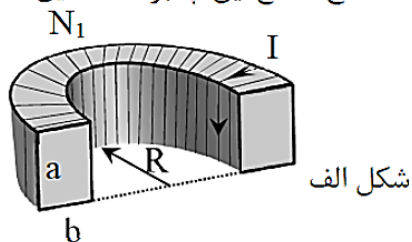


Ans:

$$\varepsilon_{ind}(t) = \frac{a^2}{2} [-\omega(a + 2vt)(\cos \omega t + \sin \omega t) + 2v(\cos \omega t - \sin \omega t)]$$

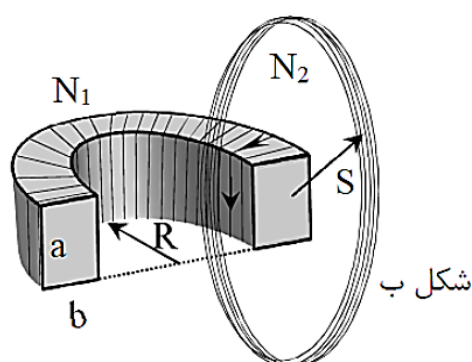
-۷

چنبره کامل (دایروی) با  $N_1$  دور سیم حامل جریان  $I$  و شعاع داخلی  $R$  مفروض است. سطح مقطع این چنبره مستطیل شکل به طول  $a$  و عرض  $b$  می باشد. (در شکل، نصف چنبره نشان داده شده است)



الف) ضریب خود القایی و همچنین انرژی

مغناطیسی ذخیره شده در چنبره را بیابید.



ب) حال فرض کنید یک پیچه به شعاع  $S$  و تعداد دور  $N_2$

مطابق شکل چنبره را در بر گرفته است. ضریب القای متقابل بین

پیچه و چنبره را حساب کنید.

part of Ans: 
$$L = \frac{\mu_0 N_1^2 a}{2\pi} \ln\left(\frac{R+b}{R}\right)$$